

1) 限
不少地
方面,
也震。
系运动
与东区
上地震

陕、甘、宁、青、新五省(区)青
年地震工作者学术研讨会论文

灵武5.3级地震前地下水动态异常的时空特征

封德春
(宁夏地震局)

前 言

1984年11月23日在宁夏灵武县境内发生了一次5.3级(M_s)地震。地震前,地下水动态所显示的异常在时间上及空间上都具有典型特征,本文拟对这些特征作一初步探讨。

一、异常的判别

宁夏地区地下水动态观测点分布如图1所示。

对这次地震反映明显的有宁钢14、02、平罗136、九泉、金贵、宁夏水利工程处、青铜峡台等七口深井的水位异常及吴忠胶泥沟自流泉的流量异常。震前几天灵武杨洪桥小学观测井还出现了宏观异常。

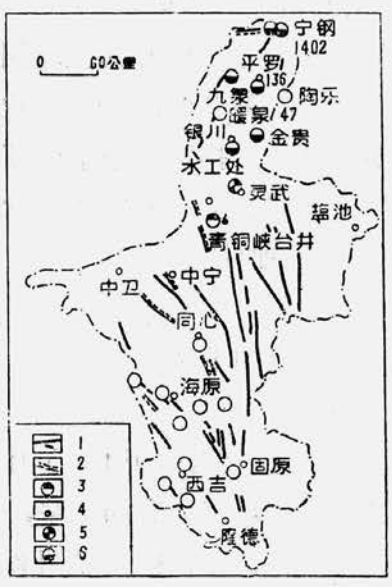


图1 宁夏地下水动态观测点分布图

- 1.断层 2.活断层 3.上升井 4.自流泉
- 5.宏观异常 6.下降井

对于这些点出现的地下水动态反常现象是否为地震异常,作者作如下判别:先和正常年变形态对比,看是否有破坏年变规律的现象,如发现有异常,便对能影响水动态变化的各种因素逐一进行微动态分析,逐一进行排除,那么最后的没被排除的因素即是引起异常的因素。例如,宁钢14井在地震发生时有两年的观测资料,1983年的水位日均值曲线具有很规则的年变形态。但从1984年4月底开始,水位日均值偏离年变规律,随后异常幅度与日俱增。到8月底,异常不仅仅是偏离,而是完全破坏了正常年变形态。此时对1983、1984年两年的水位观测资料用相关分析和多元回归分析的方法处理后发现,正常年份的气温、降雨、大风、抽水、灌溉及

黄河水位等因素对该井水位变化都不产生直接影响,固体潮效应只影响日变形态,决定其正常年变形态的主要是气压效应¹⁾,二者呈高度负相关(相关系数为-0.98)。而1984年气象数据又证明气压与1983年相比没有多大改变(图2),所以最后确定该井水位异常是地震

1) 苏长云等,宁钢14井、02井水位微动态的综合分析,地震观测与预报,1984。

水位有异常的深井的基本资料一览表 表1

井名	井深(m)	水位埋深(m)	年变		日变		固体潮效应	气压效应	决定的主要因素
			年变形态	年幅差(m)	日变形态	日幅差(mm)			
宁钢14	97.6	41.9		0.90		30	明显	明显	气压
宁钢02	141.5	58.0		1.00		43	明显	明显	气压
九泉	96.6	0.28		0.35		15	较明显	明显	气压
平罗136	115.0	2.50		0.70		40	较明显	较明显	黄灌
金贵	130.9	3.61		2.00		98	较明显	明显	黄灌
宁夏水利工程处	37.31	3.01		1.49		107	较明显	较明显	黄灌
青铜峡台	43.67	20.5		0.40		66	明显	明显	气压

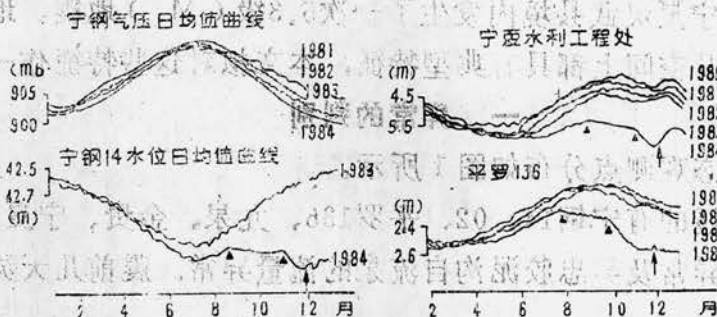


图2 宁钢14井、平罗136、水利工程处井水位日均值曲线

异常。宁钢02、九泉、青铜峡台等深井情况和宁钢14井类似，分析方法完全相同。而平罗136、金贵、宁夏水利工程处等深井水位的年变规律则主要受季节性灌溉的影响。当影响上述诸井水位反常的可能因素如抽水、降雨、气温、气压等都予以排除，季节性灌溉在时间及水量上与往年相比都没有改变时，可以判定1984年引起这些井水出现异常的因素是地震。图2给出了平罗136及宁夏水利工程处两口深井3年以上的观测曲线。

二、水位异常的时间特征

从图2中可以看出地震前地下水位的异常变化在时间上具有如下特征：

(1) 趋势性异常具有明显的阶段性

以宁钢14井为例，1984年5月其水位明显出现偏离正常年变形态的趋势，8月中旬出现一个明显转折（转折点见图2中的三角标记），11月10日左右曲线又出现第二个转折，此时水位变化完全背离1983年的形态，出现了急剧转折，随之日变曲线也出现完全破坏正常日记录形态的突跳（如图3），同时杨洪桥小学观测井出现冒油花的宏观异常，随即发震。

(2) 异常时间与前震活动相互呼应

1984年初至主震发生这段时间内，震区

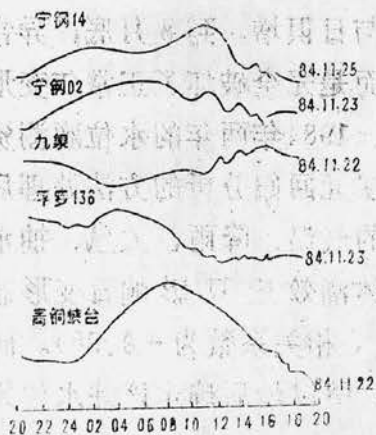


图3 异常日记录曲线

共发生了23次地震，其中有感地震6次（见表2）。以两次有感地震相互间的时间间隔为纵坐标，以时间为横坐标作图（图4），可清楚地看出前震活动和水位异常二者之间的相关关系。

灵武5.3级地震的前震（ $M_L \geq 3$ ）

表 2

发 震 时 间	震 级（ M_L ）	相 隔 时（天）	发 震 时 间	震 级（ M_L ）	相 隔 时（天）
1984年1月23日	3.0		1984年10月26日	4.4	30
6月28日	3.5	156	11月19日	3.3	24
9月26日	3.9	90	11月21日	3.0	2

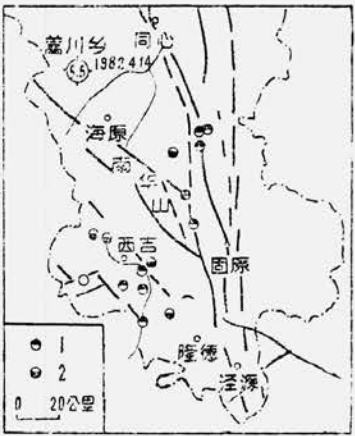
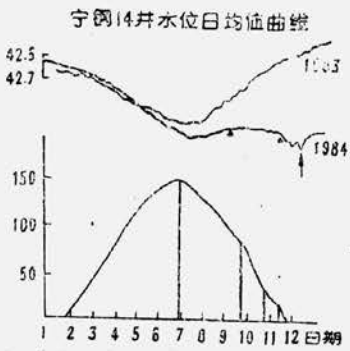


图 4 水位异常与前震间隔时间对比图

图 5 1982年海原5.5级地震水位异常点分布图

1. 水位上升 2. 水位下降

三、异常点的空间分布特征

从图1中还可以看出震前异常点在空间上呈北北东向条带状分布，而且条带方向与极震区的展布方向一致。

从图1还可看出，异常点相对于震中极不对称，几乎全部分布在北边，是中卫、中宁地区以南的观测点几乎毫无反映或反映很小。这种区域性分布特征在1982年海原蒿川乡5.5（ M_L ）级地震前表现得也很明显，这次地震前，异常点分布在中卫、中宁地区以南，而其以北地区没有异常点分布（如图5）。

震前几天，灵武杨洪桥小学观测井发现有冒油花的宏观异常，特别是22日即震前一天，大片黑紫色漂浮物覆盖了整个井水面。震后调查表明，该井正好位于极震区内。从学校房屋的砖墙裂缝及地面裂缝走向看，该井正好位于震区断层上。

在震前一天，宁夏地震局预报室根据宏、微观前兆异常对此次地震做出了较为成功的预报。

四、结 论

1. 这次地震的地下水异常时间和前震活动的密切呼应说明孕震过程和地下水位异常变化存在内在联系。从表2可知，3级以上地震发生的时间间隔逐渐缩短，9月后明显加密。地震活动在空间上集中沿苦水河断裂呈条带状分布。这些现象表明，从这时起，地震发生的随机性减弱，地壳应力向主震区集中并加强。相应地各异常点所受应力加强，从而引起地下水发生急剧变化，曲线形成转折。

从日均值曲线看,水位异常先有一较缓慢但异常幅度明显的趋势性异常,接着出现第一个转折点,表明趋势性异常加剧,不久又出现第二个转折,随之出现突跳而发震。这实际上即是水位异常所显示的中、短、临阶段。

2.地震前异常点分布的区域性特征,可能说明了宁夏地区地下水动态观测网分属于两个不同的震区。宁夏地震活动具有明显的分区性特征,银川平原与西海固地区分属于两个不同的地震区,而以中宁、中卫一带为南北两震区的过渡带。北部的银川平原是我国著名的地震区之一,地震活动频繁,其主压应力方向以北北东向为主,这次地震恰好发生在该震区的南端,因此其异常点的分布在中宁、中卫以北地区。

参 考 文 献(略)

(上接第88页)

5.值得讨论的一些问题

(1) 板内大震复现期较长,对短时间地震危险的估计如何考虑

据目前研究成果,可可托海~二台活断层发生8级以上大震的复现期长达3150年。玛纳斯地区、尼勒克地区8级大震的复现期也长达千年以上,甚至巴里坤地区7½级大震的复现期也有2000年。如此说来,似乎这些地区在未来百年内均无大震危险。其实不然,因为这些资料多由活断层的一些点的材料得出对这些点来讲,这些估计是合适的,但对其它段落不一定如此。这就需要结合地震活动高潮期、活动幕及活动性的分析资料,以正确划分未来百年内可能出现的地震活动年代。

(2) 对全新世时期并不活动的断层活动危险的估计

这个估计应放在对全新世时期活动过的断层重新活动危险估计之后进行。根据区域构造应力场的实际资料,对于晚更新世时期活动过的断层,首先要注意该段古地震复现期的长短,然后寻找构造应力易于集中的部位,显然,上次古地震发生时间长的特殊部位,不排除未来发生大震的危险。

(3) 如何判断目前正在活动的断层将来有粘滑破裂的可能

虽然目前形变测量资料提供的现今正在活动的断层多数是以蠕动方式活动,但是结合现代地震活动资料,以及判别断层粘滑和蠕滑的地质标志,还是可以大致估计这条断层在未来粘滑破裂的时间。

1:
並把它
先后作
机算
续时
系。

间段

这
定